

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

---

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ ⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑯ DE 31 16 853 A 1

⑯ Int. Cl. 3:  
G 05 B 19/18

⑯ Aktenzeichen: P 31 16 853.1  
⑯ Anmeldetag: 28. 4. 81  
⑯ Offenlegungstag: 28. 1. 82

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
03.07.80 CH 5120-80

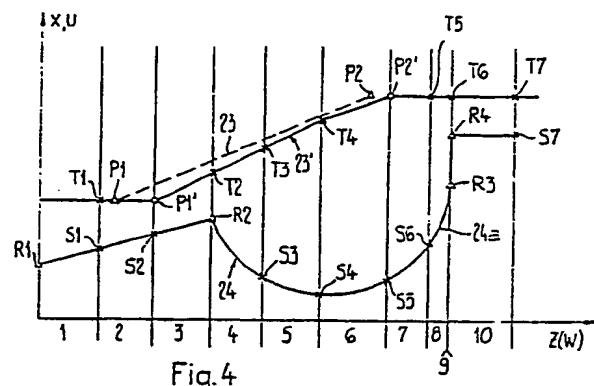
⑯ Erfinder:  
Kirchhofer, Heinz, 9053 Teufen, CH

⑯ Anmelder:  
Güttinger, AG für elektronische Rechengeräte, 9052  
Niederteufen, CH

⑯ Vertreter:  
Seeger, W., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

⑯ Verfahren und Einrichtung zum numerisch gesteuerten Bearbeiten eines Werkstückes gleichzeitig mit wenigstens zwei Werkzeugen

Die Bahnkurve (24), entlang der sich das Schlichtwerkzeug relativ zum Werkstück zu bewegen hat, ist durch programmierte Stützpunkte (R1-R4) und zwischen diesen liegende, ermittelte Zwischenpunkte (S1-S7) gegeben. Das sich in der gemeinsamen Steuerachse (Z) gemeinsam mit dem Schlichtwerkzeug relativ zum Werkstück bewegende Schrubbwerkzeug soll eine durch die programmierten Stützpunkte (P1, P2) festgelegte Bahn (23) durchfahren. Um die Bewegung der beiden Werkzeuge synchronisieren zu können, werden, falls erforderlich, die programmierten Stützpunkte (P1, P2) der Bahnkurve (23) für das Schrubbwerkzeug in den nächstliegenden Zwischenpunkt (S2, S5) bzw. den nächstliegenden Stützpunkt der Bahnkurve (24) für das Schlichtwerkzeug verschoben. Zudem werden für die Bahnkurve (23') für das Schrubbwerkzeug die Zwischenpunkte (T1-T7) in die Zwischenpunkte (S1-S7) der Bahnkurve (24) für das Schlichtwerkzeug gelegt. Die Abweichung der vom Schrubbwerkzeug durchfahrenen Bahnkurve (23') von der programmierten Bahnkurve (23) ist erlaubt, da ein genaues Einhalten der Schrubbkontur nicht erforderlich ist. Da an den programmierten Daten für die Bahnkurve (24) für das Schlichtwerkzeug nichts geändert wird, ist ein Einhalten der erforderlichen Schlichtkontur gewährleistet. (31 16 853 – 28.01.1982)



---

P A T E N T A N S P R U E C H E

---

1. Verfahren zum numerisch gesteuerten Bearbeiten eines Werkstückes gleichzeitig mit wenigstens zwei Werkzeugen, von denen das eine Werkzeug zur Bearbeitung einer Vorkontur und das andere Werkzeug zum Bearbeiten einer Endkontur dient und die längs einer gemeinsamen Steuerachse miteinander relativ zum Werkstück bewegt werden, bei dem aufgrund von Eingabedaten die Relativbewegung zwischen den Werkzeugen und dem Werkstück gesteuert wird, wobei zwischen Stützpunkten der den Vorkonturen entsprechenden Bahnkurven durch Interpolation Zwischenpunkte ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass diejenigen programmierten Stützpunkte (P1, P2) der der Vorkontur entsprechenden Bahnkurve (23), die nicht mit einem vor-gängig ermittelten Zwischenpunkt (S) oder einem programmierten Stützpunkt (R) der der Endkontur entsprechenden Bahnkurve (24) zusammenfallen, in den nächstliegenden Zwischen- bzw. Stützpunkt (S,R) der der Endkontur entsprechenden Bahnkurve (24) verlegt werden um eine korrigierte Bahnkurve (23') zu erhalten, und die Zwischenpunkte (T1-T7) dieser korrigierten, der Vorkontur entsprechenden Bahnkurve (23') in den Zwischenpunkten (S1-S7) bzw. Stützpunkten (R1-R4) der der Endkontur entsprechenden Bahnkurve (24) ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von der programmierten Bahnkurve, die einer der Konturen entspricht, vor der Ermittlung der Zwischenpunkte

(S, T) eine gegenüber dieser Bahnkurve um den Abstand ( $\Delta z$ ) zwischen den Werkzeugen (4, 5) in Richtung der gemeinsamen Steuerachse (Z) verschobene Bahnkurve (23, 24) ermittelt wird.

5

3. Steuereinrichtung für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine, die wenigstens zwei Werkzeuge aufweist, von denen das eine Werkzeug zur Bearbeitung einer Vorkontur und das andere Werkzeug zur gleichzeitigen Bearbeitung einer Endkontur dient und die längs einer gemeinsamen Steuerachse miteinander relativ zum zu bearbeitenden Werkstück verschiebbar sind, mit einem Rechnerteil, der aufgrund von Eingabedaten zwischen Stützpunkten der den Vor- und Endkonturen entsprechenden Bahnkurven durch Interpolation Zwischenpunkte ermittelt und die Befehle zur Steuerung der Relativbewegung zwischen den Werkzeugen und dem Werkstück erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechnerteil (14, 17-19) diejenigen programmierten Stützpunkte (P1, P2) der der Vorkontur entsprechenden Bahnkurve (23), die nicht mit einem vorgängig ermittelten Zwischenpunkt (S) oder einem programmierten Stützpunkt (R) der der Endkontur entsprechenden Bahnkurve (24) zusammenfallen, in den nächstliegenden Zwischenpunkt (S) bzw. Stützpunkt (R) der der Endkontur entsprechenden Bahnkurve (24) verlegt, um eine korrigierte Bahnkurve (23') zu erhalten und anschliessend die Zwischenpunkte (T1, T7) dieser korrigierten, der Vorkontur entsprechenden Bahnkurve (23') in den Zwischenpunkten (S1-S7) bzw. Stützpunkten (R1- R4) der der Endkontur entsprechenden Bahnkurve (24) ermittelt.

10 15 20 25 30

4. Steuereinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechnerteil eine erste Rechnereinheit (14), die die Zwischenpunkte (S, T) der Bahnkurven (23', 24) ermittelt, die Verschiebung der programmierten Stützpunkte

(P1, P2) der der Vorkontur entsprechenden Bahnkurve (23) durchführt, und aufgrund der Eingabedaten für die einzelnen Abtastintervalle Beschleunigungs-, Geschwindigkeits bzw. Wegsollwerte erzeugt, die als Grundlage für  
5 die Ermittlung von Sollwerten für die Vorschubantriebe (3, 8, 9) für die einzelnen Steuerachsen (Z, U, X) dienen, und zweite, über eine Datensammelleitung (16) der ersten Rechnereinheit (14) nachgeschaltete Rechnereinheiten (17, 18, 19) aufweist, von denen jede einer Steuerachse  
10 (Z, U, X) zugeordnet ist und aufgrund der von der ersten Rechnereinheit (14) erhaltenen Daten und in Abhängigkeit von Lageistwerten Sollwerte für den zugeordneten Vorschubantrieb (3, 8, 9) erzeugt.  
  
15 5. Steuereinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechnerteil (14, 17 - 19) bzw. die erste Rechnereinheit (14) ausgehend von der programmierten Bahnkurve, die einer der Konturen entspricht, vor der Ermittlung der Zwischenpunkte (S, T) eine gegenüber dieser Bahnkurve um den Abstand ( $\Delta Z$ ) zwischen den Werkzeugen (4, 5) in Richtung der gemeinsamen Steuerachse (Z) verschobene Bahnkurve (23, 24) ermittelt.

DIPL-PHYS. WOLFGANG SEEGER  
PATENTANWALT

3116853

4

zugelassen beim Europäischen Patentamt — admitted of the European Patent Office — Mandataire Agréé près l'Office Européen des Brevets

Anwaltsakte: 62 Pat 3-DE

BEREITERANGER 15  
D-8 MÜNCHEN 90  
TEL. (089) 6 51 88 11

Telegramm (Cable Address):  
Seegerpatent München  
Telex: 528132 ERPAT D

Anmelder: Güttinger,  
AG für elektronische Rechengeräte  
CH-9052 Niederteufen  
Schweiz

Verfahren und Einrichtung zum numerisch gesteuerten  
Bearbeiten eines Werkstückes gleichzeitig mit  
wenigstens zwei Werkzeugen

5

Verfahren und Einrichtung zum numerisch  
gesteuerten Bearbeiten eines Werkstückes  
gleichzeitig mit wenigstens zwei Werkzeugen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum numerisch gesteuerten Bearbeiten eines Werkstückes gleichzeitig mit wenigstens zwei Werkzeugen gemäss Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 3.

5

Numerisch gesteuerte Drehmaschinen mit zwei Werkzeugschlitten, bei denen die Werkstückbearbeitung gleichzeitig mit beiden Werkzeugen erfolgt, sind bekannt (2x2 Achsen-Drehmaschinen). Dabei ist für jeden Schlitten, d. h. für 10 jedes Steuerachsenpaar, eine eigene Steuerung vorgesehen, was einen entsprechenden Aufwand mit sich bringt. Die beiden Steuerungen arbeiten zwar weitgehend unabhängig voneinander, doch ist ein aufeinander Abstimmen der Bewegung der Werkzeugschlitten erforderlich. Zu diesem Zweck 15 ist es bekannt, die Steuerungen in den Bahnstützpunkten zu synchronisieren (siehe beispielsweise DE-AS 27 02 525). Zwischen den in der Regel weit auseinander liegenden Stützpunkten besteht weder eine weg- noch eine geschwindigkeitsmässige Abhängigkeit zwischen den Steuerungen. Ein solcher 20 verhältnismässig loser Zusammenhang zwischen den Werkzeugsteuerungen genügt jedoch nicht mehr, wenn die beiden Werkzeuge gemeinsam längs einer Steuerachse bewegt werden.

In der GB-PS 1 244 792 ist eine numerisch gesteuerte Werk-

130064/0833

zeugmaschine beschrieben, bei der die zwei Werkzeuge am selben Support befestigt sind, der längs einer Steuerachse verfahrbar ist. Sind die verlangten Bewegungsgeschwindigkeiten der beiden Werkzeuge in der gemeinsamen Steuerachse 5 unterschiedlich, so werden diese Bewegungsgeschwindigkeiten aneinander angeglichen, wobei dafür gesorgt werden muss, dass trotz dieser gegenseitigen Beeinflussung die programmierten Bewegungsbahnen der beiden Werkzeuge eingehalten werden. Hiezu ist ein entsprechend grosser steuerungs- 10. technischer Aufwand notwendig.

Aus der DE-OS 26 01 218 ist ebenfalls eine Steuerung für eine Werkzeugmaschine bekannt, die zwei miteinander längs einer gemeinsamen Steuerachse verfahrbare Werkzeuge aufweist. Für ein gleichzeitiges Bearbeiten der beiden Konturen durch die Werkzeuge ist es erforderlich, dass die Eingabedatenblöcke, welche zur Steuerung der synchronen Bewegung der beiden Werkzeuge dienen, in der gemeinsamen Steuerachse denselben Anfangs- und Endpunkt haben. Hiezu 15 ist ein Schaltkreis vorgesehen, der vor dem Interpolationsvorgang immer dann, wenn die vorstehend erwähnten Anfangs- und Endbedingungen nicht erfüllt sind, die Eingabedatenblöcke durch Hinzufügen von Anfangs- bzw. Endpunkten in Teildatenblöcke mit gleichen Anfangs- und Endpunkten unterteilt. Neben des hiefür erforderlichen schaltungsmässigen 20 Mehraufwandes hat diese Lösung noch den Nachteil, dass eine Vielzahl von neu geschaffenen Anfangs- und Endpunkten zu einer unerwünschten Begrenzung der Bahngeschwindigkeit 25 führen kann.

30

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der vorstehend genannten Nachteile ein Verfahren bzw. eine Steuereinrichtung der eingangsgenannten Art zu schaffen, das bzw. die das erforderliche einwand-

freie synchronisieren der Relativbewegungen der Werkzeuge bezüglich des Werkstückes mit möglichst geringem Aufwand sicherstellen kann.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 3 gelöst. Durch Verschieben der programmierten Stützpunkte der der Vorkontur entsprechenden Bahnkurve in die programmierten Stützpunkte oder die ermittelten Zwischenpunkte  
10 derjenigen Bahnkurve, die der Endkontur entspricht, und durch Zusammenfallenlassen der Zwischenpunkte der der Vorkontur und der Endkontur entsprechenden Bahnkurven wird erreicht, dass die Enden der Abtastintervalle immer zusammenfallen. Die Synchronisation der Relativbewegungen der  
15 Werkzeuge bezüglich des Werkstückes ist daher nicht nur in den Stützpunkten, sondern in jedem Abtastintervall möglich. Bahnfehler lassen sich auf diese Weise weitgehend vermeiden. Da die vorgegebenen Daten für die Bewegung des die Endkontur erzeugenden Werkzeuges nicht verändert werden, wird  
20 diese Endkontur genau eingehalten. Die durch die Stützpunktverschiebung bedingte Änderung der Bewegungsbahn desjenigen Werkzeuges, das die Vorkontur erzeugt, fällt kaum ins Gewicht und hat zudem keine nachteilige Wirkung, da die programmierte Vorkontur nicht zwingend genau eingehalten werden muss.

Vorzugsweise wird, ausgehend von der programmierten Bahnkurve, die einer der Konturen entspricht, vor der Ermittlung der Zwischenpunkte eine gegenüber dieser Bahnkurve um den  
30 Abstand zwischen den Werkzeugen in Richtung der gemeinsamen Steuerachse verschobene Bahnkurve ermittelt. Das hat den Vorteil, dass beim Programmieren die Versetzung der Werkzeuge in Richtung der gemeinsamen Steuerachse nicht berücksichtigt zu werden braucht, da die entsprechende

Korrektur durch das Steuersystem vorgenommen wird.

Bei der vorteilhaften Weiterbildung der Steuereinrichtung gemäss Anspruch 4 erfolgt in der ersten Rechnereinheit eine Vorinterpolation und in den den einzelnen Steuer- 5 achsen zugeordneten zweiten Rechnereinheiten eine Nach- interpolation. Durch diese Massnahme wird bei geringem schaltungstechnischen Aufwand die Synchronisation der Steuerachsen, die je einem Werkzeug zugeordnet sind, erleichtert.

10

Im folgenden wird anhand der Zeichnung die Erfindung näher erläutert. Es zeigt rein schematisch:

15

Fig. 1 ein Prinzipschema einer numerisch gesteuerten Drehmaschine,

20

Fig. 2 in gegenüber der Fig. 1 vergrössertem Massstab einen Teil der Maschine gemäss Fig. 1,

25

Fig. 3 ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Steuer- einrichtung für die Drehmaschine nach Fig. 1, und

25

Fig. 4 ein zur Erläuterung der Wirkungsweise der Steuereinrichtung gemäss Fig. 3 dienendes Diagramm.

30

Anhand der rein schematischen Figruen 1 und 2 wird im folgenden der Aufbau der zu steuernden Drehmaschine erläutert.

Das zu bearbeitende Werkstück 1 (Drehteil) ist im drehend angetriebenen Futter 2 einer Drehmaschine eingespannt, die

an sich bekannter Bauart ist. Mittels eines Vorschubantriebes 3 wird das Werkstück 1 in Richtung der Z-Achse (W-Achse) vorgeschoben. Zur Bearbeitung des Werkstückes 1 ist gleichzeitig ein Schruppwerkzeug 4 und ein Schlichtwerkzeug 5 im Eingriff. Diese beiden Werkzeuge 4, 5 sind auf Schlitten 6 bzw. 7 angeordnet. Mit jedem Schlitten 6, 7 ist ein Vorschubantrieb 8 bzw. 9 verbunden, mit welchem das zugeordnete Werkzeug 4, 5 in Richtung der U-Achse bzw. der X-Achse verschoben werden kann. Die beiden Steuerachsen U und X stehen rechtwinklig zur Steuerachse Z. Die beiden Werkzeuge 4, 5 sind in Richtung der Achse Z nicht verschiebbar, d.h. sie können in Richtung der Z-Achse nicht relativ zueinander verschoben werden. Wie die Fig. 2 zeigt, sind die beiden Werkzeuge 4, 5 um den Abstand  $\Delta z$  in Richtung der Steuerachse Z gegeneinander versetzt. Wie bereits erwähnt, ändert sich dieser Abstand  $\Delta z$  während des Bearbeitungsvorganges nicht. Das Schruppwerkzeug 4 hat eine Schruppkontur 10 (Vorkontur) zu erzeugen, während das Schlichtwerkzeug 5 die Endkontur (Schlichtkontur 11) zu erzeugen hat (Fig. 2). Mit 12 ist in Fig. 2 die Kontur des Werkstückrohlings bezeichnet.

Die Steuereinrichtung zum Steuern der Drehmaschine gemäss Fig. 1 ist im Blockschaltbild der Fig. 3 dargestellt. Diese Steuereinrichtung, die schaltungsmässig der in der DE-OS 29 45 587 beschriebenen Einrichtung entspricht, weist ein Dateneingabegerät 13 auf, das ausgangsseitig mit einer ersten Rechnereinheit 14 verbunden ist. Diese Rechnereinheit 14 empfängt von einem Taktgeber 15 Taktimpulse. Der Ausgang der ersten Rechnereinheit 14 ist über eine Datensammelleitung 16 mit zweiten Rechnern 17, 18 und 19 verbunden, von denen jedereiner Steuerachse zugeordnet ist. So ist die Rechnereinheit 17 der Z-Achse, die Rechnereinheit 18 der U-Achse und die Rechnereinheit 19 der X-Achse zugeord-

net. Falls mehr als drei Achsen zu steuern sind, so können an diese Datensammelleitung 16 entsprechend weitere zweite Rechnereinheiten angeschlossen werden. Jede dieser Rechnereinheiten 17, 18, 19 ist mit dem Vorschubantrieb 3, 8 bzw. 5 9 der zugeordneten Steuerachse verbunden. An die zweiten Rechnereinheiten 17, 18, 19 sind Istwertgeber 20, 21 bzw. 22 angeschlossen, welche der zugeordneten Rechnereinheit 17, 18 bzw. 19 Lageistwerte zuführen.

10 10 Anhand der Fig. 4 wird nun die Wirkungsweise der Steuer- einrichtung gemäss Fig. 3 erläutert, wobei ergänzend zu- dem noch auf die DE-OS 29 45 587 verwiesen wird.

Vom Dateneingabegerät 13 werden die auf einem Datenträger gespeicherten Programmdaten satzweise in die erste Rechnereinheit 14 eingelesen. Diese Eingabedaten enthalten unter anderem die programmierten Stützpunkte der von den Werkzeugen 4 und 5 abzufahrenden Bahnkurven. Ist, wie das beim vorliegenden Ausführungsbeispiel der Fall ist, bei der 15 15 Programmierung dieser Bahnkurven die Versetzung  $\Delta z$  der Werkzeuge 4, 5 in Richtung der Z-Achse nicht berücksichtigt worden, so ermittelt die erste Rechnereinheit 14 in einem ersten Schritt aus einer der programmierten Bahnkurve, z.B. 20 20 aus der der Schruppkontur entsprechenden Bahnkurve, eine um diesen Abstand  $\Delta z$  verschobene Bahnkurve. Ist diese Ver- setzung  $\Delta z$  der Werkzeuge 4, 5 bereits bei der Programmierung berücksichtigt worden, so entfällt selbstverständlich 25 25 diese durch die erste Rechnereinheit 14 durchzuführende Operation.

30 In Fig. 4 ist mit 23 diese verschobene, der Schruppkontur entsprechende Bahnkurve bezeichnet, die durch die Stützpunkte P1 und P2 gegeben ist. Diese programmierte und um  $\Delta z$  verschobene Bahnkurve 23 wird durch den zwischen

den Stützpunkten P1 und P2 liegenden gestrichelten Abschnitt und die an diesen anschliessenden, mit ausgezogenen Linien angegebenen Abschnitte dargestellt. Die der Schlichtkontur entsprechende Bahnkurve 24, welche einen kreisbogenförmigen 5 Abschnitt 24a aufweist, wird durch die programmierten Stützpunkte R1, R2, R3 und R4 vorgegeben.

Nach erfolgter Verschiebung der Bahnkurve 23 (oder allenfalls der Bahnkurve 24) um den Betrag  $\Delta Z$  führt die erste 10 Rechnereinheit 14 für die der Schlichtkontur entsprechende Bahnkurve 24 eine Vorinterpolation durch. Dabei werden, gesteuert durch die die Abtastintervalle festlegenden Taktimpulse des Taktgebers 15, zwischen den programmierten Bahnstützpunkten R1 - R4 Zwischenpunkte S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 15 auf an sich bekannte Weise ermittelt. Das zwischen den Stützpunkten R2 und R3 liegende kreisbogenförmige Bahnstück 24a wird durch die Zwischenpunkte S3, S4, S5 und S6 in einzelne Abschnitte unterteilt, von denen jeder durch einen Parabelbogen angenähert wird, wie das in der DE-OS 20 29 45 660 näher beschrieben ist. Nach erfolgter Ermittlung der Zwischenpunkte S1 - S7 untersucht die erste Rechnereinheit 14 die der Schrumpfkontur entsprechende programmierte Bahnkurve 23. Fällt in dem zu verarbeitenden Satz der programmierte Stützpunkt der Bahnkurve 23 nicht in einen 25 Stützpunkt R1 - R4 oder einen ermittelten Zwischenpunkt S1 - S7 der Bahnkurve 24, so bewirkt die erste Rechnereinheit 14 eine Verschiebung des entsprechenden Stützpunktes der Bahnkurve 23 in den nächsten Zwischenpunkt S bzw. den nächsten Stützpunkt R der Bahnkurve 24. Dies ist in Fig. 4 30 anhand der programmierten Bahnstützpunkte P1 und P2 dargestellt. Diese Stützpunkte P1 und P2 fallen zwischen die Zwischenpunkte S1 und S2 bzw. S4 und S5. Der programmierte Stützpunkt P1 wird nun in den Zwischenpunkt S2 (neuer Stützpunkt P1') verschoben, während der programmierte Stütz-

punkt P2 in den neuen Stützpunkt P2' verschoben wird, der im Zwischenpunkt S5 der Bahnkurve 24 liegt. Im nächsten Schritt ermittelt die erste Rechnereinheit 14 in den Zwischenpunkten S bzw. den Stützpunkten R der Bahnkurve 24 5 die zwischen den programmierten bzw. verlegten Stützpunkten P1' und P2' liegenden Zwischenpunkte T2, T3, T4 sowie die weiteren Zwischenpunkte T1, T5, T6, T7 der korrigierten Bahnkurve 23', die in Fig. 4 durch eine ausgezogene Linie dargestellt ist. Damit ist die Vorinterpolation beider Bahnkurven 24 und 23' beendet.

10 Nun errechnet die erste Rechnereinheit 14 für jedes Abtastintervall aufgrund der eingegebenen Daten Geschwindigkeits- und Wegsollwerte und gegebenenfalls auch Beschleunigungs bzw. Verzögerungsollwerte, wie das an sich bekannt 15 ist.

20 Diese Sollwerte werden nun über die Datensammelleitung 16 den einzelnen zweiten Rechnereinheiten 17, 18 und 19 zugeführt, welche auf ebenfalls bekannte Weise aus diesen erhaltenen Daten und aus den von den Istwertgebern 20, 21 und 22 gelieferten Lageinstwerten für die einzelnen Abtastintervalle die Sollwerte für den zugeordneten Antrieb 3, 8 bzw. 9 ermitteln. Ergänzend und unter Hinweis auf die bereits erwähnte DE-OS 29 45 660 wird noch darauf hingewiesen, dass 25 die zweiten Rechnereinheiten 17, 18 und 19 eine Nachinterpolation durchführen, bei welcher die Parabelbögen zwischen den Punkten R2, S3, S4, S5, S6 und R3 des Bahnkurvenstückes 24a durch einen Polygonzug mittels Linearinterpolation angenähert werden.

30 Durch das Zusammenlegen der Stützpunkte und der Zwischenpunkte der der Schruppkontur entsprechenden Bahnkurve 23' mit den Stütz- bzw. Zwischenpunkten der der Schlichtkontur entsprechenden Bahnkurve 24 ist eine Synchronisation zwi-

schen den beiden Werkzeugen 4 und 5 in jedem Abtastintervall möglich. Durch das Verschieben der Stützpunkte der Schruppkontur entsprechenden Bahnkurve 23 wird die vom Schruppwerkzeug 4 abgefahrene Bewegungsbahn 23' gegenüber der programmierten Bahn 23 verändert. Diese Veränderung ist jedoch klein und entspricht maximal der Länge eines Abtastintervall. Eine solche Veränderung der Schruppkontur entsprechenden Bahn 23 ist ohne weiteres zulässig, da ja die Schruppkontur nicht genau eingehalten werden muss.

Wichtig ist die Einhaltung der Schlichtkontur, was dadurch gewährleistet wird, dass die Daten für diese Schlichtkontur in der Steuereinrichtung nicht verändert werden.

Die Unterteilung in eine Vorinterpolation in der ersten Rechnereinheit 14 und eine Nachinterpolation in den zweiten Rechnereinheiten 17, 18, 19 erlaubt es, die erwähnte Verschiebung der programmierten Stützpunkte P1 und P2 der Bahnkurve 23 und das Zusammenlegen der Zwischenpunkte S und T der beiden Bahnkurven 23' und 24 im Zuge der Vorinterpolation auf einfache Weise durchzuführen.

Es versteht sich, dass das vorstehend erläuterte Prinzip nicht nur auf das gleichzeitige Schruppen und Schlichten im selben Durchgang beschränkt ist, sondern auch auf andere Bearbeitungsvorgänge übertragen werden kann, bei denen eine Vorkontur und eine Endkontur erzeugt werden muss. Es ist auch weiter möglich, auf die erwähnte Weise neben einem Werkzeug für die Endkontur zwei und mehr Werkzeuge für eine entsprechende Anzahl von Vorkonturen zu steuern.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Steuereinrichtung kann auch bei andern Werkzeugmaschinen als Drehmaschinen, z.B. Fräsmaschinen, Anwendung finden.

3116853

- 13 -  
14

Im weitern ist es möglich, das Werkstück 1 fest anzuordnen und die beiden Werkzeuge gemeinsam entlang des Werkstückes, d.h. längs der Steuerachse Z, zu verschieben.

130064/0833

-15-  
Leerseite

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Nummer: 3116853  
Int. Cl.<sup>3</sup>: G05B 19/18  
Anmeld. tag: 28. April 1981  
Offenlegungstag: 28. Januar 1982

3116853  
-17-

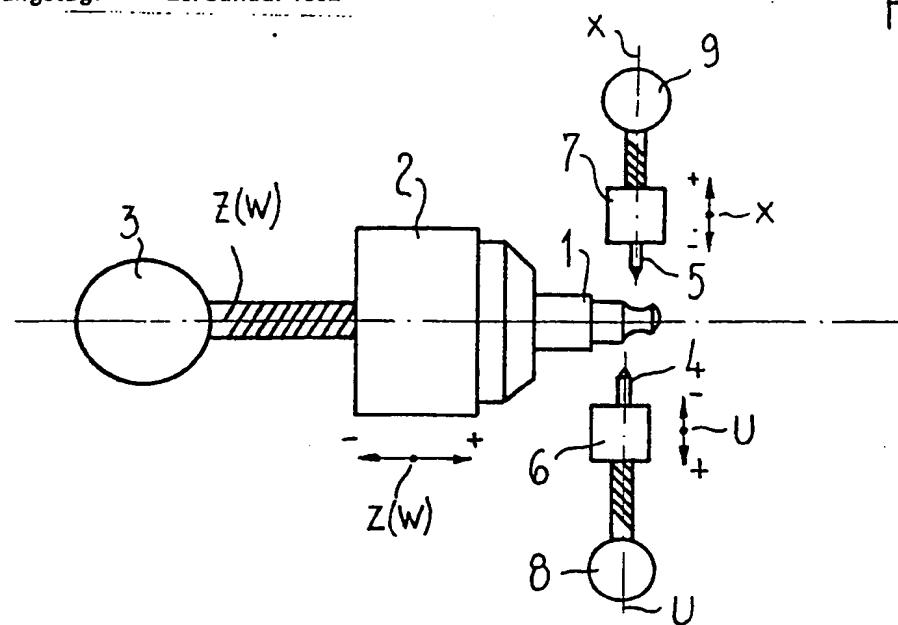


Fig.1

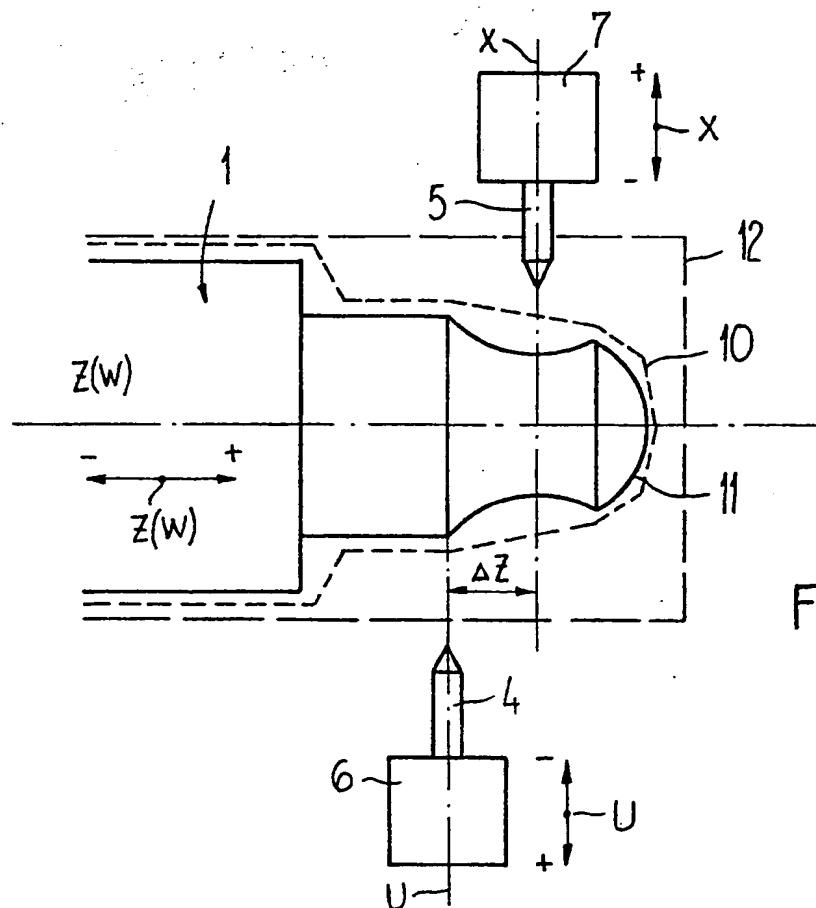


Fig.2

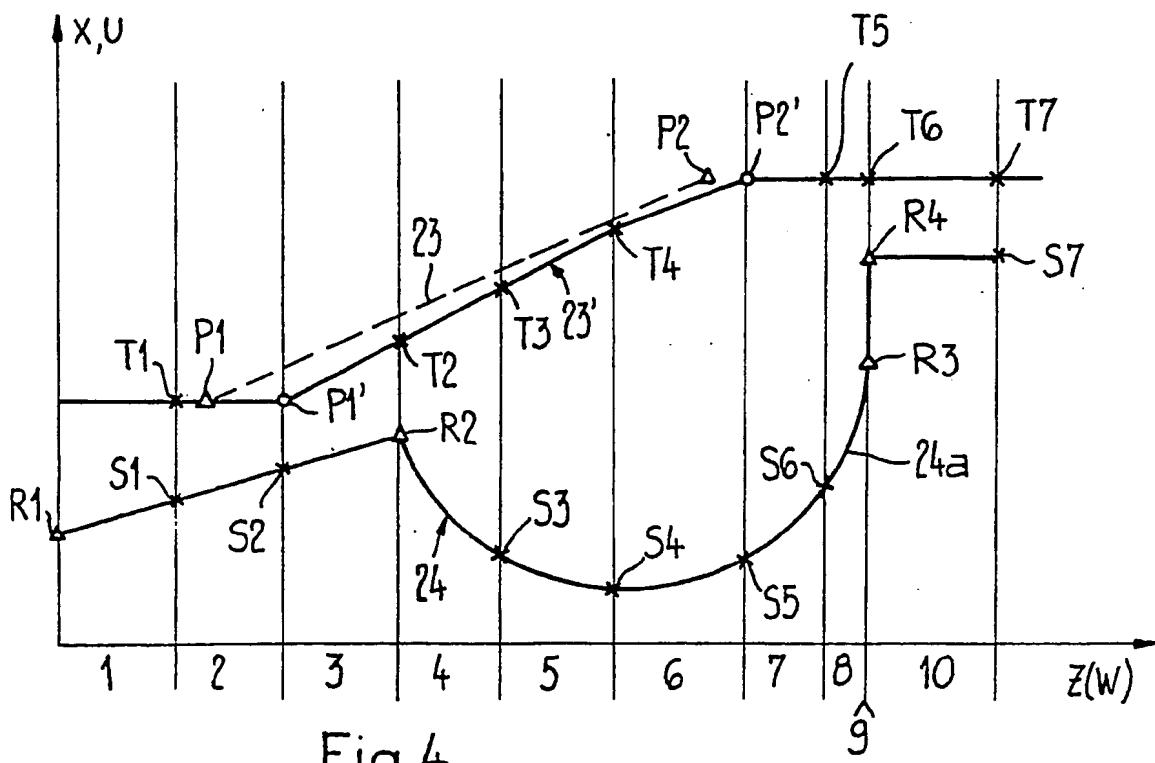
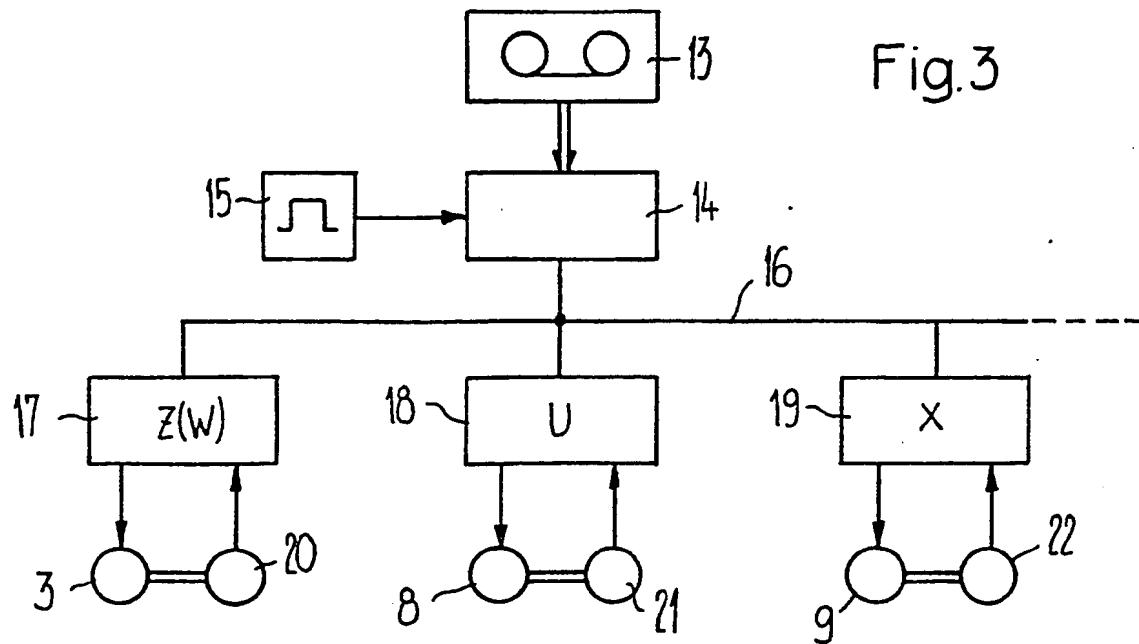


Fig. 4